

# LOW PITCHED SOUND COMPENSATION CHARACTERISTIC AUTOMATIC CONTROL CIRCUIT

Publication number: JP6189389 (A)

Publication date: 1994-07-08

Inventor(s): MIZOGUCHI AKIO

Applicant(s): AIWA CO

Classification:

- international: H04R3/00; H04R3/04; H04R3/00; H04R3/04; (IPC1-7): H04R3/00

- European:

Application number: JP19920338701 19921218

Priority number(s): JP19920338701 19921218

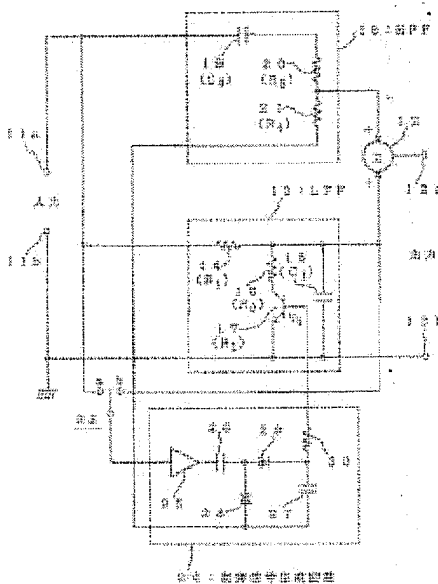
Also published as:

JP3080497 (B2)

## Abstract of JP 6189389 (A)

**PURPOSE:** To obtain a low pitched sound characteristic automatic control circuit whose characteristic is varied automatically from the low pitched increasing characteristic till a flat characteristic or a low pitched lowering characteristic along with the increase of an input level.

**CONSTITUTION:** An input audio signal is fed to an LPF 13 and an HPF 18 having a linear butterworth characteristic. The LPF 13 has a level compression characteristic applying compression control to an output level within a prescribed level range of an input signal. A resistance of a transistor (TR) 17 is controlled by a control signal corresponding to the input level from a generating circuit 24 to obtain the compression characteristic. The cut-off frequency of the LPF 13 varies in accordance with the compression quantity. The HPF 18 has a prescribed cut-off frequency and also a prescribed attenuation rate. Outputs of the LPF 13, HPF 18 are synthesized by a synthesizer 22 to obtain an output audio signal. The amplitude output characteristic is set optionally into a flat characteristic or a low frequency lowering characteristic when an input level increases by adjusting the attenuation rate and the cut-off frequency of the HPF 18 in relation with the output of the LPF 13.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-189389

(43)公開日 平成6年(1994)7月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 4 R 3/00

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

7346-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号

特願平4-338701

(22)出願日

平成4年(1992)12月18日

(71)出願人 000000491

アイワ株式会社

東京都台東区池之端1丁目2番11号

(72)発明者 溝口 章夫

東京都台東区池之端1丁目2番11号 アイワ株式会社内

(74)代理人 弁理士 山口 邦夫 (外1名)

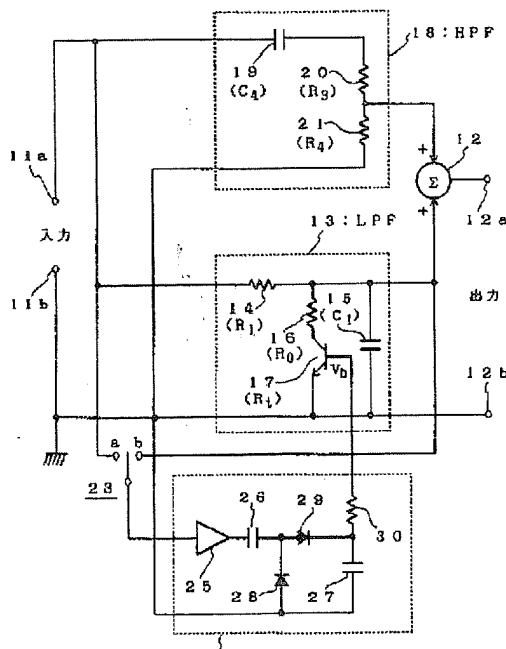
(54)【発明の名称】 低音補償特性自動制御回路

(57)【要約】

【目的】入力レベルの増大に伴って低域上昇特性から平坦特性または低域低下特性まで自動的に制御変化する低音補償特性自動制御回路を提供する。

【構成】入力オーディオ信号を一次のパワース特性を有するLPF13及びHPF18に供給する。LPF13は、入力信号の所定レベル範囲内で出力レベルを圧縮制御するレベル圧縮特性を持つ。生成回路24からの入力レベルに対応した制御信号でトランジスタ17の抵抗値を制御して圧縮特性を得る。LPF13の遮断周波数は圧縮量に応じて変化する。HPF18は、所定の遮断周波数を有し、所定の減衰率を持つ。LPF13及びHPF18の出力を合成器22で合成して出力オーディオ信号を得る。LPF13の出力との関連でHPF18の減衰率及び遮断周波数を調整することで、入力レベルが高くなる場合の振幅出力特性を平坦特性または低域低下特性に任意に設定し得る。

実施例の構成



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 オーディオ帯域を2分割する一次のパワース特性を有する低域フィルタと高域フィルタとを備え、

入力信号の所定レベル範囲内で出力レベルを圧縮制御するレベル圧縮特性を有すると共に遮断周波数が圧縮量に応じて変化するように上記低域フィルタを構成し、

所定の遮断周波数を有すると共に所定の減衰を持たせて出力信号を取り出すように上記高域フィルタを構成し、

上記低域フィルタおよび高域フィルタに同一のオーディオ信号を入力すると共に、これら低域フィルタおよび高域フィルタの出力信号を電氣的に合成して出力信号とすることにより、

伝達関数の振幅周波数特性が入力信号レベルの増大に伴って低域上昇特性から平坦特性または低域低下特性まで自動的に制御変化することを特徴とする低音補償特性自動制御回路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば小型のスピーカシステム等に適用して好適な低音補償特性自動制御回路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 小形のスピーカシステムにおいては、パワーアンプの出力電圧、すなわちスピーカのボイスコイル端子電圧を低周波数域で増強してスピーカを駆動することにより、再生帯域の低音限界を拡げる方法が多くとられている。具体的には、パワーアンプの入力段に低域上昇特性を持つイコライザを挿入し、スピーカの低音の不足分を電氣的な駆動パワーを増強して補償する方法である。

【0003】 この方法において、イコライザへの入力信号レベルを大きくして、スピーカの出力音圧を上げていくと、イコライザの低音補償特性が固定されている場合には、パワーアンプの入力信号レベルが補償する低周波数域で過大となり、パワーアンプでクリッピング歪を生じる。つまり、歪が許容できる出力音圧、すなわち聴取音量がパワーアンプの定格出力パワーによって制限される。

【0004】 そのため、パワーアンプの定格出力パワーが小さい場合、小音量で聴くときには低音まで歪まずに再生できても、少し音量を上げると低音で歪を発生し聴取音量を上げられない問題が生ずる。

【0005】 こうした問題を解決する手段として、従来、イコライザの低域補償特性の補償量を入力信号レベルに応じて変える方法、つまり入力信号レベルが高くなるに従って補償量が減少するようなレベル制御を行う方法がとられている。この方法によれば、入力信号レベルを上げていくと、低音再生限界が狭くなる反面、歪を許

2

【0006】 図7は、低音補償特性自動制御回路が接続された従来のスピーカシステムの一例を示している。同図において、1a、1bはオーディオ信号が供給される入力端子、2は音量調整用の可変抵抗器、3は低音補償特性自動制御回路、4はパワーアンプ、5はスピーカである。

【0007】 この場合、低周波数域での補償量を決定する制御回路3を構成するトランジスタのインピーダンス値がパワーアンプ4の出力レベルで制御されて変化するため、図8に出力電圧周波数特性を示すようにパワーアンプ4の出力電圧が増大するにつれて補償量が減少するように働く。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 図7に示す制御回路3の構成では、低域上昇特性から平坦特性までが制御の限界であった。

【0009】 この発明は、入力信号レベルの増大に伴って低域上昇特性から平坦特性または低域低下特性まで自動的に制御変化する低音補償特性自動制御回路を提供するものである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 この発明は、オーディオ帯域を2分割する一次のパワース特性を有する低域フィルタと高域フィルタとを備え、入力信号の所定レベル範囲内で出力レベルを圧縮制御するレベル圧縮特性を有すると共に遮断周波数が圧縮量に応じて変化するように低域フィルタを構成し、所定の遮断周波数を有すると共に所定の減衰を持たせて出力信号を取り出すように高域フィルタを構成し、低域フィルタおよび高域フィルタに同一のオーディオ信号を入力すると共に、これら低域フィルタおよび高域フィルタの出力信号を電氣的に合成して出力信号とすることにより、伝達関数の振幅周波数特性が入力信号レベルの増大に伴って低域上昇特性から平坦特性または低域低下特性まで自動的に制御変化するものである。

## 【0011】

【作用】 この発明においては、同一のオーディオ信号が入力される低域フィルタおよび高域フィルタの出力信号を電氣的に合成して出力信号を得るものであり、低域フィルタの出力電圧周波数特性との関連で高域フィルタの減衰率および遮断周波数を調整することで、入力信号レベルが高くなる場合の振幅周波数特性を平坦特性または低域低下特性（複数段階）に任意に設定することが可能となる。

## 【0012】

【実施例】 以下、図1を参照しながら、この発明の一実施例について説明する。

【0013】 同図において、11a、11bは入力オーディオ信号が供給される入力端子であり、12a、12

端子である。入力端子11bおよび出力端子12bはそれぞれ接地側端子である。

【0014】13は低域フィルタ(LPF)であり、この低域フィルタ13には入力端子11a、11bより入力オーディオ信号が供給される。すなわち、入力端子11aは抵抗器14およびコンデンサ15の直列回路を介して接地される。また、コンデンサ15と並列に抵抗器16およびNPN形トランジスタ17の直列回路が接続される。この低域フィルタ13のフィルタ特性は、減衰域の減衰率が-6dB/octの一次のパワース特性である。

【0015】18は高域フィルタ(HPF)であり、この高域フィルタ18には入力端子11a、11bより入力オーディオ信号が供給される。すなわち、入力端子11aはコンデンサ19、抵抗器20および21の直列回路を介して接地される。この高域フィルタ18のフィルタ特性は、減衰域の減衰率が-6dB/octのパワース特性である。

【0016】低域フィルタ13の出力信号、すなわち抵抗器14およびコンデンサ15の接続点に得られる信号および高域フィルタ18の出力信号、すなわち分圧用の抵抗器20および21の接続点に得られる信号はそれぞれ合成器22に供給されて合成され、出力端子12aに出力オーディオ信号として導出される。

【0017】入力端子11aに供給される入力オーディオ信号は切換スイッチ23のa側の固定端子に供給され、そのb側の固定端子には低域フィルタ13の出力信号が供給される。この切換スイッチ23の出力信号は制御信号生成回路24に供給される。この制御信号生成回路24では、入力オーディオ信号または低域フィルタ13の出力信号のレベルに応じて、低域フィルタ13のトランジスタ17のエミッターコレクタ間の抵抗値を制御変化させる制御信号が生成される。

【0018】すなわち、切換スイッチ23の出力信号はアンプ25で増幅されたのち、コンデンサ26、27、ダイオード28、29よりなる倍電圧ピーク整流回路に供給される。アンプ25の増幅度は適正な制御特性が得られる適値に設定される。倍電圧ピーク整流回路の出力信号は抵抗器30を介して低域フィルタ13のトランジスタ17のベースに上述した制御信号として供給される。抵抗器30はトランジスタ17のベース電圧Vbを適値に設定するためのものである。

【0019】ここで、コンデンサ27の容量とアンプ25の出力抵抗およびダイオード29の順方向抵抗とで制御開始時間が決定される。また、コンデンサ27の容量とダイオード29の逆方向抵抗とで制御復帰時間が決定される。

【0020】なお、切換スイッチ23がa側に接続されるとき、制御信号生成回路24には入力オーディオ信号

一方、切換スイッチ23がb側に接続されるとき、制御信号生成回路24には低域フィルタ13の出力信号が供給され、後動形の制御動作が行なわれる。

【0021】次に、低域フィルタ13および高域フィルタ18の特性および合成条件を詳細に説明する。

(A) 低域フィルタ13の出力レベル圧縮制御特性  
抵抗器14、16の抵抗値をそれぞれR1、R0、コンデンサ15の容量値をC1、トランジスタ17のエミッターコレクタ間の抵抗値をRtとし、また入力信号電圧をE、出力信号電圧をVLとすると、低域フィルタ13の等価回路は図2に示すようになる。

【0022】図2より、出力信号電圧VLは数1で表わされる。

【0023】

【数1】

$$V_L = E \cdot \frac{R_x}{R_1} \left( \frac{1}{1 + j\omega C_1 R_x} \right)$$

【0024】数1において、RxはR1と(R0+Rt)の並列合成抵抗値であり、数2で表わされる。

【0025】

【数2】

$$R_x = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_0 + R_t}}$$

【0026】数1において、E・Rx/R1は、 $\omega C_1 R_x < 1$ を満たす低い周波数での出力信号電圧であり、圧縮特性を持っている。また、 $1/(1 + j\omega C_1 R_x)$ は、低域フィルタ特性を有し、Rxの変化に対応して遮断周波数が変化する。ここで、遮断周波数は、周知のようにフィルタの出力電圧レベルが通常帯域での平坦特性から3dB低下する周波数である。

【0027】まず、通過帯域の低周波数域での出力信号電圧のレベル圧縮特性について説明する。

【0028】一般に、シリコントランジスタのエミッターコレクタ間の抵抗値Rtは、ベース電圧Vbがおよそ0.6V以下では殆ど無限大に近い値となる。しかし、Vbが0.6V以上になるとRtは急激に減少し、Vbが1.5~2V以上ではRtは数100Ω程度の低い値を保つようになる。シリコントランジスタはこうした性質を有するので、従来簡易なレベル制御用の制御素子としても用いられてきている。

【0029】ベース電圧Vbは、上述したように制御信号生成回路24で生成され、低域フィルタ13の入力信号または出力信号のレベル、すなわち大きさに対応した直流電圧である。ここで、Vbは、入力信号が正弦波の場合には、信号レベルに対応した一定値の直流電圧であるが、一般のオーディオ信号の場合には時間的に大きさ

5

【0030】入力信号を制御信号に用いる前動形（切換スイッチ23をa側に接続）の場合には、Vbは入力信号レベルに比例するが、制御された出力信号を制御信号に用いる後動形（切換スイッチ23をb側に接続）の場合には、Vbは入力信号レベルとは比例関係にない。しかし、両者いずれの場合であっても、Vbは入力信号レベルに依存している。

【0031】以下、入力信号が正弦波の場合について、 $E \cdot R_x / R_1$ のレベル圧縮特性を説明する。

【0032】Vbが制御開始電圧（約0.6V）になる10  
入力信号電圧をE1とすると、この状態ではRtが殆ど無限大に近い値となっているので、 $R_x = R_1$ となる。

【0033】したがって、入力信号電圧がE1のときには、低周波数域での出力信号電圧VL1'は、数3で表わされる。

【0034】

【数3】

$$V_{L2}' = E_2 \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_0}}$$

【0039】数5から明らかなように、VL2'は、E2なる電圧が、 $1 / (1 + R_1 / R_0)$ に圧縮される。

【0040】一般に、レベル圧縮においては、入力信号電圧をE、圧縮された出力信号電圧をV0、入力信号の制御開始電圧をE1とし、レベル圧縮比をnとすると、数6で定義される。

【0041】

【数6】

$$\frac{V_0}{E_1} = \left( \frac{E}{E_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

【0042】数6の両辺の対数をとることでnは数7で表わされ、レベル圧縮比は、 $n : 1$ と表示される。

【0043】

【数7】

$$n = \frac{\log \left( \frac{E}{E_1} \right)}{\log \left( \frac{V_0}{E_1} \right)}$$

【0044】したがって、入力信号電圧がE2のときのレベル圧縮比n2は、数3、数5および数7より、数8で表わされる。

【0045】

【数8】

6

$$* \quad V_{L1}' = E_1 \quad (\omega C_1 R_1 \ll 1)$$

【0035】次に、入力信号レベルが高くなって、Vbが1.5~2V位になると、RtはR0に比べて無視できる程度の小さな値になる。したがって、数2においてRtをR0に対して省略すると、数4で表わされる。

【0036】

【数4】

$$R_x = \frac{R_1}{1 + \frac{R_1}{R_0}} \quad (R_t \ll R_0)$$

【0037】そこで、この状態での入力信号電圧をE2とすると、低周波数域での出力信号電圧VL2'は、数5で表わされる。

【0038】

【数5】

$$\left( \frac{\omega C_1 R_1}{1 + \frac{R_1}{R_0}} \ll 1 \right)$$

$$n_2 = \frac{\log \left( \frac{E_2}{E_1} \right)}{\log \frac{E_2}{E_1 (1 + R_1 / R_0)}}$$

【0046】入力信号電圧がE1からE2の範囲に亘ってレベル圧縮比が一定値（n2）となるのが理想的である。しかし、一定の圧縮比が得られるかどうかは、トランジスタ17のエミッタ-コレクタ間の抵抗値Rtのベース電圧Vbによる制御特性に依存する。

【0047】図3は、入力信号レベルが制御開始レベルから12dB高いレベルまでの範囲で、4:1の一定値のレベル圧縮比をもつ場合のレベル圧縮特性の一例である。

(B) 低域フィルタ13の出力電圧周波数特性

低域フィルタ13の低周波数域、すなわち通過帯域での出力レベル圧縮特性については、上述した通りである。

40 【0048】そこで、低域フィルタ13の全周波数域での出力電圧周波数特性が入力信号電圧Eによってどのように変化するかを説明する。

【0049】まず、入力信号電圧Eが制御開始電圧であるE1においては、 $R_x = R_1$ であるから、出力信号電圧VL1は、数1より、数9で表わされる。

【0050】

【数9】

$$V_{L1} = \frac{E_1}{1 + j \omega C_1 R_1}$$

【0051】数9より明らかなように、VL1は、 $\omega C_1 R_1 \ll 1$ を満たす低周波数域ではE1なる一定値の出力電圧特性となり、 $\omega C_1 R_1 = 1$ の周波数で、 $|VL_1|$ は、 $E_1 / \sqrt{2}$ 、すなわち3dB低下し、それより高い周波数では周波数に比例して低下する一次のパワース特性となる。 $\omega C_1 R_1 = 1$ となる周波数、すなわち遮断周波数fL1は、数10で表わされる。

【0052】

【数10】

$$f_{L1} = \frac{1}{2\pi C_1 R_1}$$

【0053】次に、入力信号電圧EがE2になるとRxは数4で表されるので、入力信号電圧EがE2のときの出力信号電圧VL2は、数11で表わされる。

【0054】

【数11】

$$V_{L2} = \frac{E_2}{1 + \frac{R_1}{R_0}} \left( \frac{1}{1 + j\omega \frac{C_1 R_1}{1 + \frac{R_1}{R_0}}} \right)$$

【0055】数11から明らかなように、VL2はE2が $1 / (1 + R_1/R_0)$ に圧縮されたものとなる。また、遮断周波数fL2は数12で表わされ、fL1の $(1 + R_1/R_0)$ 倍高い周波数となる。

【0056】

【数12】

$$f_{L2} = \frac{1 + \frac{R_1}{R_0}}{2\pi C_1 R_1} = f_{L1} \left( 1 + \frac{R_1}{R_0} \right)$$

【0057】以上は、入力信号電圧EがE1とE2の場合\*

$$\frac{V_L}{E_1} = \left( \frac{E}{E_1} \right)^{\frac{1}{n}} \left\{ \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_{L1} \left( \frac{E}{E_1} \right)^{\left( 1 - \frac{1}{n} \right)}}} \right\}$$

【0065】数16で表される出力電圧周波数特性について、レベル圧縮特性を図3に示した特性とし、fL1を120Hzとした場合の一例を示すと、図4に実線で示す特性になる。この特性は、入力信号電圧Eの制御開始電圧(E1)からのレベル増加量が、0dB、+4dB、+8dB、+12dBの場合について示したものである。

\*であるが、レベル圧縮比が、E1からE2の範囲でn:1の一定値をとる場合には、数1の $E \cdot R_x / R_1$ をVL'とおくと、数6より数13となって、数14の関係がある。

【0058】

【数13】

$$\frac{V_L'}{E_1} = \left( \frac{E}{E_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

10

【0059】

【数14】

$$\frac{E}{E_1} \cdot \frac{R_x}{R_1} = \left( \frac{E}{E_1} \right)^{\frac{1}{n}}$$

【0060】数14を変形すると、数15となる。ただし、EはE1からE2の範囲である。

【0061】

20 【数15】

$$\frac{R_x}{R_1} = \left( \frac{E}{E_1} \right)^{-\left( 1 - \frac{1}{n} \right)}$$

【0062】数16は、Rxが数16の関係に従って変化すれば、入力信号電圧EがE1からE2の範囲内でn:1のレベル圧縮比が得られることを示している。

【0063】従って、出力信号電圧VLをE1で基準化したVL/E1は、数1、数14、数15より、数16で表わされる。ただし、EはE1からE2の範囲である。

【0064】

30 【数16】

(C) 高域フィルタ18の出力電圧周波数特性

コンデンサ19の容量値をC4、抵抗器20、21の抵抗値をそれぞれR3、R4とすると、図1の高域フィルタ18の出力電圧VHは、数17で表わされる。

【0066】

【数17】

9

10

$$V_H = \frac{E}{1 + \frac{R_3}{R_4}} \left\{ \frac{j \omega C_4 (R_3 + R_4)}{1 + j \omega C_4 (R_3 + R_4)} \right\}$$

【0067】数17において、 $E / (1 + R_3/R_4)$ は、高周波数域、すなわち通過帯域での出力信号電圧を与える。また、{}内は、一次のパワースペクトル特性の高域フィルタ特性を示し、遮断周波数 $f_H$ は、数18で表わされる。

【0068】

【数18】

$$f_H = \frac{1}{2 \pi C_4 (R_3 + R_4)}$$

【0069】したがって、数17、数18より、 $V_H/E_1$ は数19で表わされる。

【0070】

【数19】

$$\frac{V_H}{E_1} = \frac{E}{E_1 \left(1 + \frac{R_3}{R_4}\right)} \left\{ \frac{j \frac{f}{f_H}}{1 + j \frac{f}{f_H}} \right\}$$

【0071】(D) 低域フィルタ13および高域フィルタ18の出力信号の合成条件

低域フィルタ13および高域フィルタ18の両出力信号を合成する条件については、低域フィルタ13のレベル制御範囲の上限を与える上述した入力信号電圧 $E_2$ において、全帯域に亘り平坦特性となるように合成するか、あるいは低域低下特性となるように合成するかである。この $E_2$ における合成出力電圧周波数特性は、高域フィルタ18の出力信号電圧にどれぐらいの減衰を与え、かつ遮断周波数をいくらに設定するかで決まる。

【0072】 $n:1$ のレベル圧縮比をもつ $E_1$ から $E_2$ の範囲内の所定の入力信号電圧 $E_x$ において、合成出力電圧周波数特性を平坦特性に合成するために、まず低域フィルタ13および高域フィルタ18の通過帯域での両出力信号電圧を等しくする条件から、高域フィルタ18の出力信号電圧の減衰率 $[1 / (1 + R_3/R_4)]$ と $E_x/E_1$ の関係が、数16、数19より数20となり、数21で与えられる。

【0073】

【数20】

$$\left( \frac{E_x}{E_1} \right)^{\frac{1}{n}} = \frac{E_x}{E_1} \left( \frac{1}{1 + \frac{R_3}{R_4}} \right)$$

【数21】

$$\left( \frac{E_x}{E_1} \right)^{-\left(1 - \frac{1}{n}\right)} = \frac{1}{1 + \frac{R_3}{R_4}}$$

【0075】次に、低域フィルタ13および高域フィルタ18の遮断周波数を等しくする条件から、高域フィルタの遮断周波数 $f_H$ が、数16、数19より、数22で与えられる。

【0076】

【数22】

$$f_H = f_{L1} \cdot \left( \frac{E_x}{E_1} \right)^{\left(1 - \frac{1}{n}\right)}$$

【0077】ここで、合成出力電圧周波数特性の具体例について以下に述べる。

【0078】まず、レベル制御範囲の上限を与える入力信号電圧 $E_2$ において、合成出力電圧周波数特性が全帯域で平坦特性となる具体例を示すと次のようになる。

【0079】低域フィルタ13の出力電圧特性を、図4に実線で示す特性とすると、 $E_2/E_1=4$ であり、また、 $n=4$ であるから数21において $E_x=E_2$ とみると、数23となり、高域フィルタ18の出力信号レベルの所定減衰量は約-9dBとなる。

【0080】

【数23】

$$\frac{1}{1 + \frac{R_3}{R_4}} = 4^{-0.75} = \frac{1}{2.828} \quad (-9.03 \text{ dB})$$

【0081】次に、高域フィルタ18の遮断周波数 $f_H$ については、低域フィルタ13の遮断周波数 $f_{L1}$ が120Hzであるから、数22より、 $f_H = 120 \times 4^{0.75} = 339.4 \approx 339 \text{ Hz}$ となる。

【0082】図4に破線で示した特性は、上述した条件での高域フィルタ18の出力電圧周波数特性である。

【0083】したがって、合成出力電圧周波数特性は、図5に示すようになる。図5より明らかなように、合成出力電圧周波数特性は、入力信号電圧 $E$ が制御開始電圧

償特性を維持し、E1を越えると補償量が減少し、制御範囲の上限電圧E2において全帯域平坦特性となり、E2よりも高い入力信号電圧Eでは、そのまま平坦特性を維持するように自動制御される。

【0084】次に、E2において、低域低下特性となる具体例を示すと次のようになる。

【0085】E2において低域低下特性とするには、E2において高域フィルタ18の通過帯域での出力信号電圧が、低域フィルタ13の通過帯域での出力信号電圧よりも所要の値だけ高くなるように、高域フィルタ18の出力信号レベルの減衰量を決めればよい。

【0086】一例として、E2において、高域フィルタ18の通過帯域での出力信号レベルを、低域フィルタ13の通過帯域での出力信号レベルよりも2dB高くなるように設定すると、高域フィルタ18の出力信号レベルの所要減衰量は、約-9dBよりも2dB少ない約-7dBとすればよい。

【0087】この場合、合成出力電圧周波数特性は、入力信号レベルの増大に伴って低域上昇特性から平坦特性を経て低域低下特性となるように変化するのが望ましい。この平坦特性となる入力信号電圧はE2よりも小さな電圧となるので、高域フィルタ18の遮断周波数fHは合成出力電圧周波数特性がE2で平坦特性となる場合とは異なった周波数にする必要がある。

【0088】このfHについては、高域フィルタ18の出力信号レベルの所要減衰量が-7.03dBの条件で、低域フィルタ13および高域フィルタ18の通過帯域での出力電圧が同一となるEx/E1を数21より求め、次いで数22よりfHを求めればよい。

【0089】そこで、図4に実線で示す低域フィルタ13の特性を例にとると、-7.03dBの真数は0.445であるから、数21より数24が得られ、Ex/E1は数25となる。

【0090】

【数24】

$$\left( \frac{E_x}{E_1} \right)^{-0.75} = 0.445$$

【0091】

【数25】

$$\frac{E_x}{E_1} = 2.94 \quad (9.37 \text{ dB})$$

【0092】そのため、fHは、数22より、  
 $f_H = 120 \times 2.94^{0.75} = 269.4 \approx 270 \text{ (Hz)}$

と求まる。

【0093】図6は、上記の条件での合成出力電圧周波数特性を、入力信号電圧EがE1~E2の範囲で示したものである。

【0094】

【発明の効果】この発明によれば、同一のオーディオ信号が入力される低域フィルタおよび高域フィルタの出力信号を電気的に合成して出力信号を得るものであり、低域フィルタの出力電圧周波数特性との関連で高域フィルタの減衰率および遮断周波数を調整することで、入力信号レベルが高くなる場合の振幅周波数特性を平坦特性または低域低下特性（複数段階）に任意に設定でき、小型のスピーカシステムに適用して好適なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係る低音補償特性自動制御回路の一実施例を示す構成図である。

【図2】低域フィルタの等価回路を示す図である。

【図3】低域フィルタのレベル圧縮特性の一例を示す図である。

【図4】低域フィルタおよび高域フィルタの出力電圧周波数特性（E1で基準化）を示す図である。

【図5】低域フィルタと高域フィルタの合成出力電圧周波数特性（E1で基準化）を示す図である。

【図6】低域フィルタと高域フィルタの合成出力電圧周波数特性（E1で基準化）を示す図である。

【図7】従来のスピーカシステムの構成例を示す図である。

【図8】従来の低音補償特性自動制御回路の出力電圧周波数特性を示す図である。

【符号の説明】

11a, 11b 入力端子

12a, 12b 出力端子

13 低域フィルタ

18 高域フィルタ

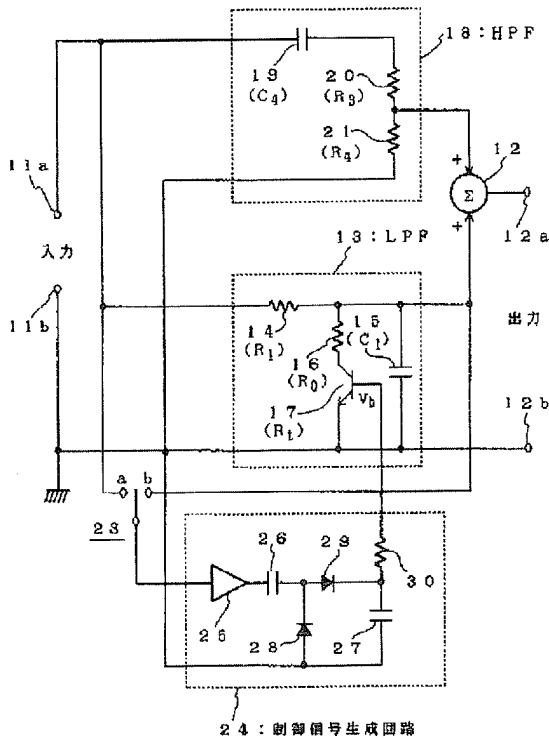
22 合成器

24 制御信号生成回路



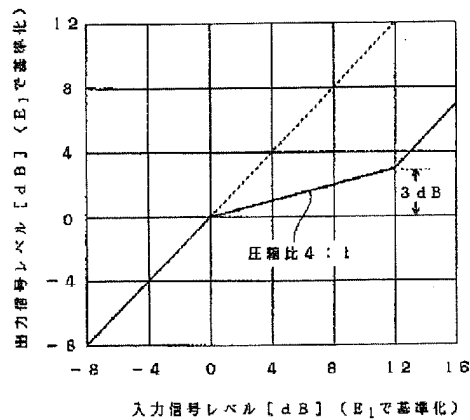
【図1】

実施例の構成



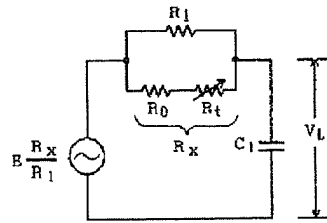
【図3】

レベル圧縮特性の一部



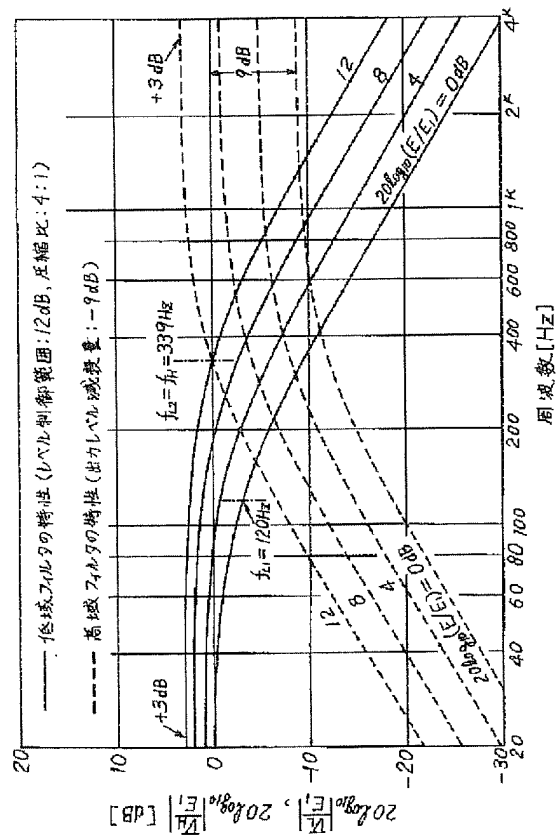
【図2】

低域フィルタの等価回路

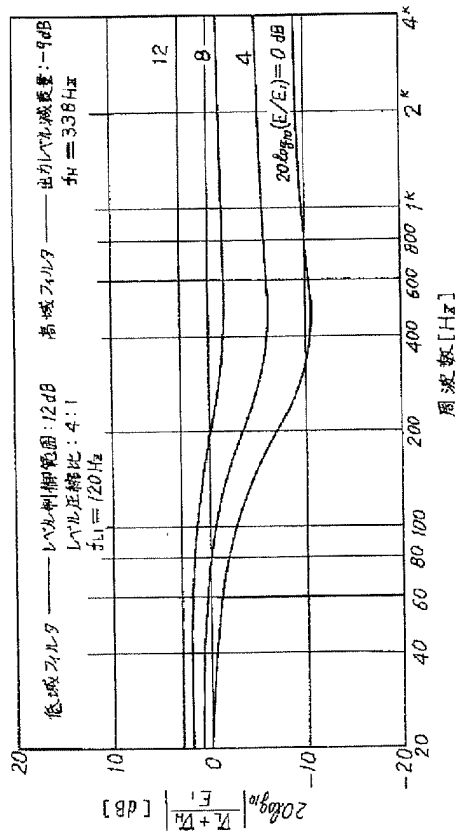


【図4】

低域フィルタおよび高域フィルタの出力電圧周波数特性(E1で基準化)

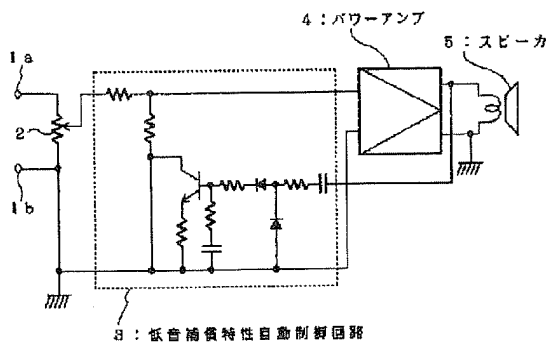


【図5】

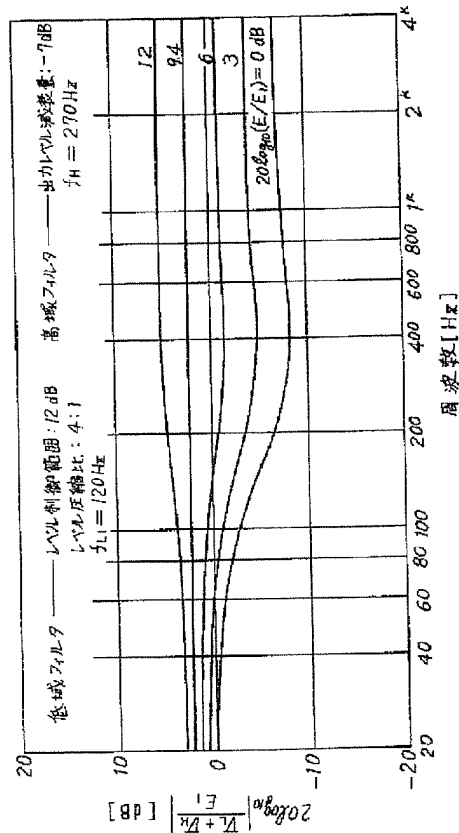
合成出力電圧周波数特性 ( $E_1$ で基準化)

【図7】

従来のスピーカシステムの接続例

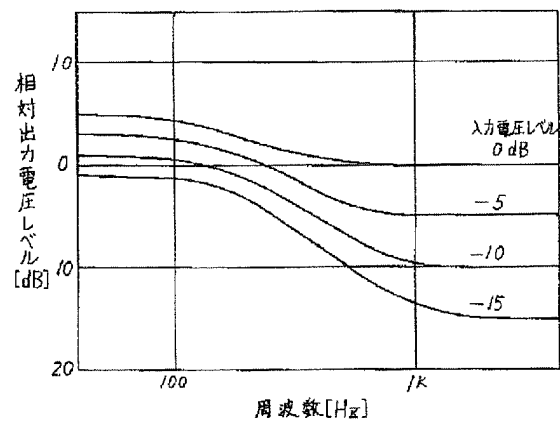


【図6】

合成出力電圧周波数特性 ( $E_1$ で基準化)

【図8】

出力電圧周波数特性



【手続補正書】

【提出日】平成5年1月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図7】

従来のスピーカシステムの構成例

